

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 2 2 日
Date of Application:

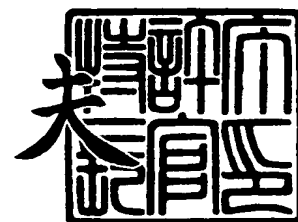
出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 1 7 2 0 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 1 1 7 2 0 6]

出 願 人 コニカミノルタオプト株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 2 月 1 6 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 DTM01082

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G03B 27/58
F16C 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式
 会社内

 【氏名】 木村 徹

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地 コニカオプト株式
 会社内

 【氏名】 森 伸芳

【特許出願人】

 【識別番号】 303000408

 【氏名又は名称】 コニカオプト株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100107272

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 田村 敬二郎

【選任した代理人】

 【識別番号】 100109140

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 小林 研一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 052526

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0305125

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光ピックアップ装置用の回折光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$n_1 = 4 \quad (1)$$

$$n_2 = 2 \quad (2)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (3)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (4)$$

$$2.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 3.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (5)$$

【請求項 2】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$370 \text{ (nm)} < \lambda_B < 410 \text{ (nm)} \quad (6)$$

【請求項 3】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 λ_B' で最

適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$710 \text{ (nm)} < \lambda B' < 790 \text{ (nm)} \quad (7)$$

【請求項 4】 波長 $\lambda 1$ の第 1 光源と、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ $t 1$ の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ $t 2$ の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 $\lambda 1$ の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 1$ とし、前記波長 $\lambda 2$ の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 2$ としたときに、前記波長 $\lambda 1$ と、前記波長 $\lambda 2$ と、前記波長 $\lambda 1$ の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$n 1 = 5 \quad (8)$$

$$n 2 = 3 \quad (9)$$

$$1.8 > \lambda 2 / \lambda 1 > 1.3 \quad (10)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (11)$$

$$3.3 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 4.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (12)$$

【請求項 5】 前記回折構造は、前記回折次数 $n 1$ と最適化波長 λB で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$380 \text{ (nm)} < \lambda B < 430 \text{ (nm)} \quad (13)$$

【請求項 6】 前記回折構造は、前記回折次数 $n 2$ と最適化波長 $\lambda B'$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の光

ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda B' < 690 \text{ (nm)} \quad (14)$$

【請求項7】 波長 $\lambda 1$ の第1光源と、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$)の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ $t 1$ の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ $t 2$ の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 $\lambda 1$ の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 1$ とし、前記波長 $\lambda 2$ の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 2$ としたときに、前記波長 $\lambda 1$ と、前記波長 $\lambda 2$ と、前記波長 $\lambda 1$ の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$n 1 = 6 \quad (15)$$

$$n 2 = 4 \quad (16)$$

$$1.8 > \lambda 2 / \lambda 1 > 1.3 \quad (17)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (18)$$

$$4.4 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.0 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (19)$$

【請求項8】 前記回折構造は、前記回折次数 $n 1$ と最適化波長 λB で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項7に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$410 \text{ (nm)} < \lambda B < 430 \text{ (nm)} \quad (20)$$

【請求項9】 前記回折構造は、前記回折次数 $n 2$ と最適化波長 $\lambda B'$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項7又は8に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$600 \text{ (nm)} < \lambda B' < 630 \text{ (nm)} \quad (21)$$

【請求項10】 波長 $\lambda 1$ の第1光源と、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$)の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ $t 1$ の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ $t 2$ の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 $\lambda 1$ の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 1$ とし、前記波長 $\lambda 2$ の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 2$ としたときに、前記波長 $\lambda 1$ と、前記波長 $\lambda 2$ と、前記波長 $\lambda 1$ の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$n 1 = 7 \quad (22)$$

$$n 2 = 4 \quad (23)$$

$$1.8 > \lambda 2 / \lambda 1 > 1.3 \quad (24)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (25)$$

$$4.7 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.7 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (26)$$

【請求項11】 前記回折構造は、前記回折次数 $n 1$ と最適化波長 λB で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項10に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$385 \text{ (nm)} < \lambda B < 420 \text{ (nm)} \quad (27)$$

【請求項12】 前記回折構造は、前記回折次数 $n 2$ と最適化波長 $\lambda B'$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項10又は11に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$650 \text{ (nm)} < \lambda B' < 710 \text{ (nm)} \quad (28)$$

【請求項 13】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$n_1 = 8 \quad (29)$$

$$n_2 = 5 \quad (30)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (31)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (32)$$

$$5.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 6.5 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (33)$$

【請求項 14】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 13 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$395 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (34)$$

【請求項 15】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 13 又は 14 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 650 \text{ (nm)} \quad (35)$$

【請求項 16】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光

源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$n_1 = 10 \quad (36)$$

$$n_2 = 6 \quad (37)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (38)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (39)$$

$$6.9 (\mu\text{m}) < d < 8.1 (\mu\text{m}) \quad (40)$$

【請求項17】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項16に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$390 (\text{nm}) < \lambda_B < 420 (\text{nm}) \quad (41)$$

【請求項18】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項16又は17に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

$$600 (\text{nm}) < \lambda_{B'} < 650 (\text{nm}) \quad (42)$$

【請求項19】 前記第1波長 λ_1 は、 $405 \pm 20 \text{ nm}$ の範囲内であり、前記第2波長 λ_2 は、 $655 \pm 20 \text{ nm}$ の範囲内であることを特徴とする請求項

1乃至18のいずれかに記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

【請求項20】 前記回折構造は、光軸方向断面形状が鋸歯状であることを特徴とする請求項1乃至19のいずれかに記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

【請求項21】 前記回折構造は、光軸方向断面形状が階段状であることを特徴とする請求項1乃至19のいずれかに記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

【請求項22】 前記回折光学素子是对物レンズであることを特徴とする請求項1乃至21のいずれかに記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子。

【請求項23】 波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$n_1 = 4 \quad (1)$$

$$n_2 = 2 \quad (2)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (3)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (4)$$

$$2.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 3.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (5)$$

【請求項 24】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 23 に記載の光ピックアップ装置。

$$370 \text{ (nm)} < \lambda_B < 410 \text{ (nm)} \quad (6)$$

【請求項 25】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 23 又は 24 に記載の光ピックアップ装置。

$$710 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 790 \text{ (nm)} \quad (7)$$

【請求項 26】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$n_1 = 5 \quad (8)$$

$$n_2 = 3 \quad (9)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (10)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (11)$$

$$3.3 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 4.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (12)$$

【請求項 27】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最

適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 26 に記載の光ピックアップ装置。

$$380 \text{ (nm)} < \lambda B < 430 \text{ (nm)} \quad (13)$$

【請求項 28】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda B'$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 26 又は 27 に記載の光ピックアップ装置。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda B' < 690 \text{ (nm)} \quad (14)$$

【請求項 29】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$n_1 = 6 \quad (15)$$

$$n_2 = 4 \quad (16)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (17)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (18)$$

$$4.4 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.0 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (19)$$

【請求項 30】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λB で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 29 に記載の光ピッ

クアップ装置。

$$410 \text{ (nm)} < \lambda B < 430 \text{ (nm)} \quad (20)$$

【請求項 31】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda B'$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 29 又は 30 に記載の光ピックアップ装置。

$$600 \text{ (nm)} < \lambda B' < 630 \text{ (nm)} \quad (21)$$

【請求項 32】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$n_1 = 7 \quad (22)$$

$$n_2 = 4 \quad (23)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (24)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (25)$$

$$4.7 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.7 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (26)$$

【請求項 33】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λB で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 32 に記載の光ピックアップ装置。

$$385 \text{ (nm)} < \lambda B < 420 \text{ (nm)} \quad (27)$$

【請求項 34】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda B'$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 32 又は 33 に記載の光ピックアップ装置。

$$650 \text{ (nm)} < \lambda B' < 710 \text{ (nm)} \quad (28)$$

【請求項 35】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$n_1 = 8 \quad (29)$$

$$n_2 = 5 \quad (30)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (31)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (32)$$

$$5.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 6.5 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (33)$$

【請求項 36】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λB で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 35 に記載の光ピックアップ装置。

$$395 \text{ (nm)} < \lambda B < 420 \text{ (nm)} \quad (34)$$

【請求項 37】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 λ_B' で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 35 又は 36 に記載の光ピックアップ装置。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda_B' < 650 \text{ (nm)} \quad (35)$$

【請求項 38】 波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする光ピックアップ装置。

$$n_1 = 10 \quad (36)$$

$$n_2 = 6 \quad (37)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (38)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (39)$$

$$6.9 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 8.1 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (40)$$

【請求項 39】 前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 38 に記載の光ピックアップ装置。

$$390 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (41)$$

【請求項 40】 前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 λ_B' で

最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする請求項 38 又は 39 に記載の光ピックアップ装置。

$$600 \text{ (nm)} < \lambda B' < 650 \text{ (nm)} \quad (42)$$

【請求項 41】 前記第 1 波長 $\lambda 1$ は、 $405 \pm 20 \text{ nm}$ の範囲内であり、前記第 2 波長 $\lambda 2$ は、 $655 \pm 20 \text{ nm}$ の範囲内であることを特徴とする請求項 23 乃至 40 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 42】 前記回折構造は、光軸方向断面形状が鋸歯状であることを特徴とする請求項 23 乃至 41 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 43】 前記回折構造は、光軸方向断面形状が階段状であることを特徴とする請求項 23 乃至 41 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 44】 前記回折光学素子是对物レンズであることを特徴とする請求項 23 乃至 43 のいずれかに記載の光ピックアップ装置。

【請求項 45】 請求項 23 乃至 43 のいずれかに記載の光ピックアップ装置を搭載して、光情報記録媒体に対する情報の記録及び光情報記録媒体に記録された情報の再生のうち少なくとも一方を実行可能であることを特徴とする光情報記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ピックアップ装置用の回折光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置に関し、特に、光源波長の異なる光源から出射される光束を用いて、記録密度が異なる光情報記録媒体に対して、それぞれ情報の記録及び／又は再生が可能な光ピックアップ装置用の回折光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、短波長赤色半導体レーザの実用化に伴い、従来の光ディスク（光情報記録媒体ともいう）である、CD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光ディスク（光情報記録媒体ともいう）であるDVD（デジ

タルバーサタイルディスク) が開発・製品化されているが、近い将来には、より高密度な次世代の光ディスクが登場することが予想される。このような次世代の光ディスクを媒体とした光ピックアップ装置の集光光学系では、記録信号の高密度化を図るため、或いは高密度記録信号を再生するため、対物レンズを介して情報記録面上に集光するスポットの径を小さくすることが要求される。そのためには、光源であるレーザの短波長化が必要となる。短波長レーザ光源としてその実用化が期待されているのは、波長 4 0 0 n m 程度の青紫色半導体レーザである。

【 0 0 0 3 】

一例として、開口数 N A 0 . 6 5、光源波長 4 0 5 n m の仕様で情報の記録／再生を行う光ディスクでは、DVD (N A 0 . 6、光源波長 6 5 0 n m、記憶容量 4、7 G B) と同じ大きさである直径 1 2 c m の光ディスクに対して、1 面あたり 1 5 ～ 2 0 G B の情報の記録が可能である。又、開口数 N A 0 . 8 5、光源波長 4 0 5 n m の仕様で情報の記録／再生を行う光ディスクでは、直径 1 2 c m の光ディスクに対して、1 面あたり 2 0 ～ 3 0 G B の情報の記録が可能である。尚、本明細書においては、波長 4 0 0 n m 程度の青紫色半導体レーザを用いて、情報の記録及び／又は再生を行う光ディスクを総称して「高密度 DVD」と呼ぶ。

【 0 0 0 4 】

ところで、このように高密度 DVD に対して適切に情報を記録／再生できるというだけでは、光ピックアップ装置の製品としての価値は十分なものとはいえない。現在において、多種多様な情報を記録した DVD 等が販売されている現実をふまえると、高密度 DVD に対して適切に情報を記録／再生できるだけではならず、例えばユーザーが所有している従来の DVD 等に対しても同様に適切に情報を記録／再生できるようにすることが、互換タイプの光ピックアップ装置として製品の価値を高めることに通じるのである。このような背景から、互換タイプの光ピックアップ装置に用いる集光光学系は、高密度 DVD と従来の DVD 等のいずれに対しても、適切に情報を記録／再生するために所定のスポット光を確保する必要がある。

【 0 0 0 5 】

ここで、情報の記録及び／又は再生を行うために光源波長と記録密度が異なる複数の光ディスクに対して情報の記録及び／又は再生を行う場合、以下に述べる問題がある。まず、光源の発光波長のバラツキを考えると、いずれの波長においても色収差は小さいほど望ましいが、特に高密度DVDに使用する青色400nm付近の短波長域では、レンズ材料の波長分散が大きくなるため、色収差の補正が必須となる。色収差を補正するためには、分散の異なる複数のレンズを組み合わせる方法と、屈折レンズの表面に輪帯状の回折構造を形成する方法とがあるが、後者の方法による方が、コスト、重量、サイズを抑えることができ、光ピックアップ装置の対物レンズとしては望ましいといえる。更に、高密度DVDと従来のDVD等の保護層の厚さが異なっている場合、対物レンズの回折構造を用いて、異なる光ディスクにおいて球面収差を許容範囲内とすることもできる。

【0006】

しかしながら、回折構造は波長により回折効率が異なるため、高密度DVDと従来のDVD等との利用を考えると、使用波長の幅がかなり大きく異なるため、いずれかの波長で最適化を行うと、他の波長領域では回折効率が低下して光量損失が大きくなるという問題がある。また、屈折材料の分散 ($dn/d\lambda$) は、従来のDVDで使われる赤色650nm付近の波長と比べ、高光度DVDで使用される青色400nm付近の波長で数倍に大きくなるのに対し、回折レンズのパワーは波長に比例するため、青色400nm近傍で色収差を補正した場合、赤色650nmでは過剰な色収差補正のため書き込み系に使えなくなるという問題がある。

【0007】

このような問題に対し、回折構造を、従来のDVDで使われる赤色650nm付近の波長の光束が入射した場合に、1次の回折光の回折効率が最大となり、高光度DVDで使用される青色400nm付近の波長の光束が入射した場合に、2次の回折光の回折効率が最大となるように設計する技術や、赤色650nm付近の波長の光束が入射した場合に2次の回折光の回折効率が最大となり、青色400nm付近の波長の光束が入射した場合に3次の回折光の回折効率が最大となるように設計する技術が開発されている（特許文献1参照）。かかる技術によれば

、異なる回折次数で回折効率が最大となるようにすることで、波長が異なる光束を用いた場合でも、各々の波長で高い光透過量を得ることができ、更に各々の波長領域で色収差を適切に補正することができるので、高密度DVDとDVDの両方に対して適切な情報の記録及び／又は再生を行うことができる。

【特許文献1】

特開 2001-60336号公報

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、例えば従来のDVD等の光ディスクと、高密度DVDの光ディスクとを使用する際に、それぞれ最大の回折効率を有する回折光として、1次と2次の組み合わせ、或いは2次と3次の組み合わせのごとき低次回折光の組み合わせを用いた場合、回折構造の光軸に垂直な方向の輪帯幅が小さくなりすぎ、更に有効径内の輪帯の本数が多くなりすぎるため、光学素子成形時における転写性が悪化し、光透過量が低下したり、金型加工に時間がかかり、コスト上昇を招来する恐れがある。

【0009】

本発明は、かかる問題点に鑑みて成されたものであり、十分なスポット光量を確保しつつ、例えば高密度DVDと従来のDVD等に対して適切に情報の記録及び／再生を行える光ピックアップ装置用の回折光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、

波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集

光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 4 \quad (1)$$

$$n_2 = 2 \quad (2)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (3)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (4)$$

$$2.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 3.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (5)$$

【0011】

ある回折次数 m とある最適化波長 λ_B で最適化された光軸方向断面形状が鋸歯状である回折構造を考えると、この回折構造のある回折次数 n 、ある波長 λ での回折効率 $\eta_m(\lambda)$ は、多少の近似を含んで以下の式で表される。

【数 3】

$$\eta_m(\lambda) = (\sin \pi (\alpha m - n) / \pi (\alpha m - n))^2$$

但し、 α は以下の式で与えられる。

【数 4】

$$\alpha = \lambda_B (n_\lambda - 1) / \lambda (n_{\lambda_B} - 1)$$

式中、 n_λ は波長 λ における回折光学素子の屈折率であり、 n_{λ_B} は波長 λ_B における回折光学素子の屈折率を表す。

【0012】

また、この回折構造の概略拡大図である図 1 において、光軸方向の段差量を d

B とすると、回折次数 m 、最適化波長 λ_B 及び波長 λ_B における回折光学素子の屈折率 n_{λ_B} には以下の関係が成り立つ。

【数 5】

$$dB = m \lambda_B / (n_{\lambda_B} - 1)$$

【0 0 1 3】

図 2 は、横軸に光軸方向の段差量 d_B 、縦軸に回折構造の回折効率の変化を算出した結果を示す図であり、図中の B 4 は波長 4 0 5 nm の青色光束の 4 次回折光の回折効率、R 2 は波長 6 5 5 nm の赤色光束の 2 次回折光の回折効率を表す。この回折光学素子の屈折率は 4 0 5 nm において 1. 5 6 0 1 であり、6 5 5 nm において 1. 5 4 0 7 である。図 2 より段差量 d_B を 2. 6 5 μ m から 2. 8 μ m の間に設定することで、高密度 DVD に使用する青色 4 0 5 nm 付近と、DVD に使用する 6 5 5 nm 付近の各々の波長領域において 7 0 % 以上という高い回折効率を得られる。また、青色 4 0 5 nm の波長の光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を 4 以上とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、高い光透過率を得ることができるとともに、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0 0 1 4】

屈折パワーを有する屈折面上に、回折構造を形成する場合は、光軸から遠い位置にある段差ほど、その段差量と上記の「数 5」式から求まる段差量との間に差が大きくなる。そのため、本明細書においては、回折構造の段差量という場合は、光軸に最も近い段差の段差量 d を指す。

【0 0 1 5】

本明細書において、「回折構造が回折次数 m と最適化波長 λ_B とで最適化されている」或いは、「回折次数 m と最適化波長 λ_B とで回折構造を最適化する」とは、波長 λ_B の光束が入射した場合に、回折次数 m の回折光の回折効率が理論的に 1 0 0 % となるように、回折構造の段差の段差量を決定することと同義であり

、このときの回折次数 m を最適化次数と呼ぶ。

【0016】

そして、実際に作製された回折光学素子の回折構造の最適化次数 m と、最適化波長 λ_B は、光軸に最も近い段差の段差量を d 、第 i 波長 λ_i の第 i 光束($i = 1$ 又は 2)に対する回折光学素子の屈折率を N_i とすると、

【0017】

$$\lambda_B (\mu m) = d (\mu m) \times (N_i - 1) / m \quad \text{により求められる。}$$

ここで、 m は、 Y を四捨五入して得られる整数を $INT(Y)$ とすると、

$$m = INT(Y)$$

$$Y = d (\mu m) \times (N_i - 1) / \lambda_1 (\mu m) \quad \text{により算出される。}$$

【0018】

図2に例を挙げて説明したように、請求項1に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、(3)式の関係を満たすような波長差の大きい波長 λ_1 と波長 λ_2 とに対して、(5)式を満たすように光軸に最も近い段差の段差量 d を決定することで、回折光学素子の回折作用により波長 λ_1 付近の波長領域においてかかる回折光学素子と組み合わせて使用する対物レンズの色収差を補正しても、波長 λ_2 付近の波長領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となることが無く、更に、波長 λ_1 の第1光束と、波長 λ_2 の第2光束と各々の波長領域において高い回折効率が得られる。また、第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を4とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0019】

尚、回折構造のような微細構造を金型を用いた成形法によりレンズ面上に作製するために、請求項1に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、成形時の転写性に優れるプラスチックレンズとするのが好ましい。プラスチックレンズの屈折率は一般的に1.5～1.6の範囲内である。そこで、請求項1に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子の波長 λ_1 の第1光束に対する屈折率を(

4) 式のように規定した。

【0 0 2 0】

請求項 2 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 1 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、高密度 DVD に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$370 \text{ (nm)} < \lambda_B < 410 \text{ (nm)} \quad (6)$$

【0 0 2 1】

請求項 3 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 1 又は 2 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、従来の DVD 等に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$710 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 790 \text{ (nm)} \quad (7)$$

【0 0 2 2】

請求項 4 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、

波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 5 \quad (8)$$

$$n_2 = 3 \quad (9)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (10)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (11)$$

$$3.3 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 4.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (12)$$

【0023】

図2に例を挙げて説明したように、請求項4に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、(10)式の関係を満たすような波長差の大きい波長 λ_1 と波長 λ_2 とに対して、(12)式を満たすように光軸に最も近い段差の段差量 d を決定することで、回折光学素子の回折作用により波長 λ_1 付近の波長領域においてかかる回折光学素子と組み合わせて使用する対物レンズの色収差を補正しても、波長 λ_2 付近の波長領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となることなく、更に、波長 λ_1 の第1光束と、波長 λ_2 の第2光束と各々の波長領域において高い回折効率が得られる。また、第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を5とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0024】

請求項5に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項4に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、高密度DVDに対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$380 \text{ (nm)} < \lambda_B < 430 \text{ (nm)} \quad (13)$$

【0025】

請求項6に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項4又は5に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 λ_B' で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、従来のDVD等に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda B' < 690 \text{ (nm)} \quad (14)$$

【0026】

請求項7に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、

波長 $\lambda 1$ の第1光源と、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ $t 1$ の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ $t 2$ の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 $\lambda 1$ の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 1$ とし、前記波長 $\lambda 2$ の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 2$ としたときに、前記波長 $\lambda 1$ と、前記波長 $\lambda 2$ と、前記波長 $\lambda 1$ の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n 1 = 6 \quad (15)$$

$$n 2 = 4 \quad (16)$$

$$1.8 > \lambda 2 / \lambda 1 > 1.3 \quad (17)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (18)$$

$$4.4 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.0 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (19)$$

【0027】

図2に例を挙げて説明したように、請求項7に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、(17)式の関係を満たすような波長差の大きい波長 $\lambda 1$ と波長 $\lambda 2$ とに対して、(19)式を満たすように光軸に最も近い段差の段差量 d を決定することで、回折光学素子の回折作用により波長 $\lambda 1$ 付近の波長領域においてかかる回折光学素子と組み合わせて使用する対物レンズの色収差を補正しても、波長 $\lambda 2$ 付近の波長領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となること

が無く、更に、波長 λ_1 の第1光束と、波長 λ_2 の第2光束と各々の波長領域において高い回折効率が得られる。また、第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を6とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0028】

請求項8に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項7に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、高密度DVDに対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$410 \text{ (nm)} < \lambda_B < 430 \text{ (nm)} \quad (20)$$

【0029】

請求項9に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項7又は8に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、従来のDVD等に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$600 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 630 \text{ (nm)} \quad (21)$$

【0030】

請求項10に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折

光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 7 \quad (22)$$

$$n_2 = 4 \quad (23)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (24)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (25)$$

$$4.7 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.7 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (26)$$

【0031】

図 2 に例を挙げて説明したように、請求項 10 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、(24) 式の関係を満たすような波長差の大きい波長 λ_1 と波長 λ_2 とに対して、(16) 式を満たすように光軸に最も近い段差の段差量 d を決定することで、回折光学素子の回折作用により波長 λ_1 付近の波長領域においてかかる回折光学素子と組み合わせて使用する対物レンズの色収差を補正しても、波長 λ_2 付近の波長領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となることなく、更に、波長 λ_1 の第 1 光束と、波長 λ_2 の第 2 光束と各々の波長領域において高い回折効率を得られる。また、第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を 7 とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0032】

請求項 11 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 10 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、高密度 DVD に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$385 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (27)$$

【0033】

請求項12に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項10又は11に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、従来のDVD等に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$650 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 710 \text{ (nm)} \quad (28)$$

【0034】

請求項13に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、

波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 8 \quad (29)$$

$$n_2 = 5 \quad (30)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (31)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (32)$$

$$5.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 6.5 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (33)$$

【0035】

図2に例を挙げて説明したように、請求項13に記載の光ピックアップ装置用

の回折光学素子は、(31)式の関係を満たすような波長差の大きい波長 λ_1 と波長 λ_2 とに対して、(33)式を満たすように光軸に最も近い段差の段差量 d を決定することで、回折光学素子の回折作用により波長 λ_1 付近の波長領域においてかかる回折光学素子と組み合わせて使用する対物レンズの色収差を補正しても、波長 λ_2 付近の波長領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となることが無く、更に、波長 λ_1 の第1光束と、波長 λ_2 の第2光束と各々の波長領域において高い回折効率が得られる。また、第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を8とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0036】

請求項14に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項13に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、高密度DVDに対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$395 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (34)$$

【0037】

請求項15に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項13又は14に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、従来のDVD等に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 650 \text{ (nm)} \quad (35)$$

【0038】

請求項16に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、

波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情

報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置用の回折光学素子において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 10 \quad (36)$$

$$n_2 = 6 \quad (37)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (38)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (39)$$

$$6.9 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 8.1 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (40)$$

【0039】

図2に例を挙げて説明したように、請求項16に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、(38)式の関係を満たすような波長差の大きい波長 λ_1 と波長 λ_2 とに対して、(40)式を満たすように光軸に最も近い段差の段差量 d を決定することで、回折光学素子の回折作用により波長 λ_1 付近の波長領域においてかかる回折光学素子と組み合わせて使用する対物レンズの色収差を補正しても、波長 λ_2 付近の波長領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となることが無く、更に、波長 λ_1 の第1光束と、波長 λ_2 の第2光束と各々の波長領域において高い回折効率を得られる。また、第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を10とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0040】

請求項 17 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 16 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、高密度 DVD に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$390 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (41)$$

【0041】

請求項 18 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 16 又は 17 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とするので、従来の DVD 等に対して情報の記録及び／又は再生を行える。

$$600 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 650 \text{ (nm)} \quad (42)$$

【0042】

請求項 19 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の発明において、前記第 1 波長 λ_1 は、 $405 \pm 20 \text{ nm}$ の範囲内であり、前記第 2 波長 λ_2 は、 $655 \pm 20 \text{ nm}$ の範囲内であることを特徴とする。

【0043】

請求項 20 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 1 乃至 19 のいずれかに記載の発明において、前記回折構造は、光軸方向断面形状が鋸歯状であることを特徴とする。

【0044】

請求項 21 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 1 乃至 20 のいずれかに記載の発明において、前記回折構造は、光軸方向断面形状が階段状であることを特徴とする。

【0045】

請求項 22 に記載の光ピックアップ装置用の回折光学素子は、請求項 1 乃至 18 のいずれかに記載の発明において、対物レンズであることを特徴とする。

【0046】

請求項 23 に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 4 \quad (1)$$

$$n_2 = 2 \quad (2)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (3)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (4)$$

$$2.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 3.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (5)$$

本発明の作用効果は、請求項1に記載の発明と同様である。

【0047】

請求項24に記載の光ピックアップ装置は、請求項23に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$370 \text{ (nm)} < \lambda_B < 410 \text{ (nm)} \quad (6)$$

本発明の作用効果は、請求項2に記載の発明と同様である。

【0048】

請求項25に記載の光ピックアップ装置は、請求項23又は24に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化され

ており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$710 \text{ (nm)} < \lambda B' < 790 \text{ (nm)} \quad (7)$$

【0049】

請求項 26 に記載の光ピックアップ装置は、

波長 $\lambda 1$ の第 1 光源と、波長 $\lambda 2$ ($\lambda 1 < \lambda 2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ $t 1$ の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ $t 2$ の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 $\lambda 1$ の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 1$ とし、前記波長 $\lambda 2$ の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を $n 2$ としたときに、前記波長 $\lambda 1$ と、前記波長 $\lambda 2$ と、前記波長 $\lambda 1$ の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n 1 = 5 \quad (8)$$

$$n 2 = 3 \quad (9)$$

$$1.8 > \lambda 2 / \lambda 1 > 1.3 \quad (10)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (11)$$

$$3.3 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 4.2 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (12)$$

本発明の作用効果は、請求項 4 に記載の発明と同様である。

【0050】

請求項 27 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 26 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 $n 1$ と最適化波長 λB で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$380 \text{ (nm)} < \lambda B < 430 \text{ (nm)} \quad (13)$$

本発明の作用効果は、請求項 5 に記載の発明と同様である。

【0051】

請求項 28 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 26 又は 27 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 690 \text{ (nm)} \quad (14)$$

本発明の作用効果は、請求項 6 に記載の発明と同様である。

【0052】

請求項 29 に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第 2 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第 1 光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 6 \quad (15)$$

$$n_2 = 4 \quad (16)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (17)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (18)$$

$$4.4 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.0 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (19)$$

本発明の作用効果は、請求項 7 に記載の発明と同様である。

【0053】

請求項30に記載の光ピックアップ装置は、請求項29に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$410 \text{ (nm)} < \lambda_B < 430 \text{ (nm)} \quad (20)$$

本発明の作用効果は、請求項8に記載の発明と同様である。

【0054】

請求項31に記載の光ピックアップ装置は、請求項29または30に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$600 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 630 \text{ (nm)} \quad (21)$$

本発明の作用効果は、請求項9に記載の発明と同様である。

【0055】

請求項32に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源からの第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 7 \quad (22)$$

$$n_2 = 4 \quad (23)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (24)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (25)$$

$$4.7 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 5.7 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (26)$$

本発明の作用効果は、請求項 10 に記載の発明と同様である。

【0056】

請求項 33 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 32 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$385 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (27)$$

本発明の作用効果は、請求項 11 に記載の発明と同様である。

【0057】

請求項 34 に記載の光ピックアップ装置は、請求項 32 又は 33 に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$650 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 710 \text{ (nm)} \quad (28)$$

本発明の作用効果は、請求項 12 に記載の発明と同様である。

【0058】

請求項 35 に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ_1 の第 1 光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第 2 光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第 1 光源からの第 1 光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第 1 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第 2 光源からの第 2 光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第 2 光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第 1 光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2

の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 8 \quad (29)$$

$$n_2 = 5 \quad (30)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (31)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (32)$$

$$5.6 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 6.5 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (33)$$

本発明の作用効果は、請求項13に記載の発明と同様である。

【0059】

請求項36に記載の光ピックアップ装置は、請求項35に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$395 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (34)$$

本発明の作用効果は、請求項14に記載の発明と同様である。

【0060】

請求項35に記載の光ピックアップ装置は、請求項35又は36に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$610 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 650 \text{ (nm)} \quad (35)$$

本発明の作用効果は、請求項15に記載の発明と同様である。

【0061】

請求項38に記載の光ピックアップ装置は、

波長 λ_1 の第1光源と、波長 λ_2 ($\lambda_1 < \lambda_2$) の第2光源と、光軸方向の段差により分割された複数の輪帯状の回折構造を備えた回折光学素子を含む集光光学系とを有し、前記集光光学系が、前記第1光源からの第1光束を、厚さ t_1 の保護層を介して第1光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっており、又、前記第2光源から

の第2光束を、厚さ t_2 の保護層を介して第2光情報記録媒体の情報記録面に集光させることによって、情報の記録及び／又は再生を行うことが可能となっている光ピックアップ装置において、

前記回折光学素子に、前記波長 λ_1 の第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_1 とし、前記波長 λ_2 の第2光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数を n_2 としたときに、前記波長 λ_1 と、前記波長 λ_2 と、前記波長 λ_1 の第1光束に対する前記回折光学素子の屈折率 N と、前記段差のうち光軸に最も近い段差の段差量 d とが、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$n_1 = 10 \quad (36)$$

$$n_2 = 6 \quad (37)$$

$$1.8 > \lambda_2 / \lambda_1 > 1.3 \quad (38)$$

$$1.5 < N < 1.6 \quad (39)$$

$$6.9 \text{ (}\mu\text{m)} < d < 8.1 \text{ (}\mu\text{m)} \quad (40)$$

本発明の作用効果は、請求項16に記載の発明と同様である。

【0062】

請求項39に記載の光ピックアップ装置は、請求項38に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_1 と最適化波長 λ_B で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$390 \text{ (nm)} < \lambda_B < 420 \text{ (nm)} \quad (41)$$

本発明の作用効果は、請求項17に記載の発明と同様である。

【0063】

請求項40に記載の光ピックアップ装置は、請求項38又は39に記載の発明において、前記回折構造は、前記回折次数 n_2 と最適化波長 $\lambda_{B'}$ で最適化されており、以下の式を満たすことを特徴とする。

$$600 \text{ (nm)} < \lambda_{B'} < 650 \text{ (nm)} \quad (42)$$

本発明の作用効果は、請求項18に記載の発明と同様である。

【0064】

請求項41に記載の光ピックアップ装置は、請求項23乃至40のいずれかに

記載の発明において、前記第1波長 λ_1 は、 405 ± 20 nmの範囲内であり、前記第2波長 λ_2 は、 655 ± 20 nmの範囲内であることを特徴とする。

【0065】

請求項42に記載の光ピックアップ装置は、請求項23乃至41のいずれかに記載の発明において、前記回折構造は、光軸方向断面形状が鋸歯状であることを特徴とする。

【0066】

請求項43に記載の光ピックアップ装置は、請求項23乃至41のいずれかに記載の発明において、前記回折構造は、光軸方向断面形状が階段状であることを特徴とする。

【0067】

請求項44に記載の光ピックアップ装置は、請求項23乃至43のいずれかに記載の発明において、前記回折光学素子是对物レンズであることを特徴とする。

【0068】

請求項45に記載の光情報記録再生装置は、請求項23乃至43のいずれかに記載の光ピックアップ装置を搭載して、光情報記録媒体に対する情報の記録及び光情報記録媒体に記録された情報の再生のうち少なくとも一方を実行可能であることを特徴とする。

【0069】

本明細書中において、対物レンズとは、光ピックアップ装置に光情報記録媒体を装填した状態において、光情報記録媒体に対向して配置される、集光作用を有する光学素子を指す。そして、その光学素子と一体となってアクチュエータによって少なくともその光軸方向に駆動可能とされた光学素子がある場合には、それらの光学素子の集合を本明細書における対物レンズと定義する。

【0070】

本明細書中において、第1光情報記録媒体とは、例えば、波長400 nm程度の青紫色半導体レーザを用いて情報の記録及び／又は再生を行う高密度DVD系の光ディスクをいい、第2光情報記録媒体とは、再生専用を用いるDVD-ROM, DVD-Videoの他、記録／再生を兼ねるDVD-RAM, DVD-R

、DVD+R、DVD-RW、DVD+RW等の各種DVD系の光ディスクをいう。

【0071】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、本発明をさらに詳細に説明する。図3は、波長400nm程度の青紫色半導体レーザと、開口数NA0.65の仕様である第1の光ディスクOD1である高密度DVD（第1光情報記録媒体ともいう）と、第2の光ディスクOD2であるDVD（第2光情報記録媒体ともいう）とに対してコンパクトに情報の記録／再生を行える、本実施の形態にかかる第1の光ピックアップ装置PU1の概略構成図である。

【0072】

第1の光ピックアップ装置PU1は、波長400nm程度の光束を射出する第1の光源としての青紫色半導体レーザLD1と第1の光ディスクOD1の情報記録面RL1からの反射光束を受光する第1の光検出器PD1とが一体化された第1のモジュールMD1、波長650nm程度の光束を出射する第2の光源としての赤色半導体レーザLD2と第2の光ディスクOD2の情報記録面RL2からの反射光束を受光する第2の光検出器PD2とが一体化された第2のモジュールMD2、偏光ビームスプリッタBS、コリメートレンズCL、絞りST、第1の対物レンズOBJ1、フォーカシング／トラッキング用の2軸アクチュエータAC等から概略構成される。

【0073】

青紫色半導体レーザLD1から射出された波長400nm程度の発散光束は、偏光ビームスプリッタBSを透過し、コリメートレンズCLにより平行光束とされた後、絞りSTによりその光束径が規制され、第1の対物レンズOBJ1によって厚さ0.6mmの保護層PL1を介して、第1の光ディスクOD1情報記録面RL1上に形成されるスポットとなる。

【0074】

情報記録面RL1上で情報ビットにより変調された反射光束は、再び第1の対物レンズOBJ1、絞りSTを透過した後、コリメートレンズCLにより収斂光

束とされ、偏光ビームスプリッタBSを透過した後、第1の光検出器PD1の受光面上に収束する。そして、第1の光検出器PD1の出力信号を用いて、2軸アクチュエータACにより第1の対物レンズOBJ1をフォーカシングやトラッキングさせることで、第1の光ディスクOD1に記録された情報を読みとることができる。

【0075】

また赤色半導体レーザLD2から射出された波長650nm程度の発散光束は、偏光ビームスプリッタBSにより反射され、コリメートレンズCLにより平行光束とされた後、絞りSTによりその光束径が規制され、第1の対物レンズOBJ1によって厚さ0.6mmの保護層PL2を介して、第2の光ディスクOD2情報記録面RL2上に形成されるスポットとなる。

【0076】

情報記録面RL2上で情報ピットにより変調された反射光束は、再び第1の対物レンズOBJ1、絞りSTを透過した後、コリメートレンズCLにより収束光束とされ、偏光ビームスプリッタBSにより反射された後、第2の光検出器PD2の受光面上に収束する。そして、第2の光検出器PD2の出力信号を用いて、2軸アクチュエータACにより第1の対物レンズOBJ1をフォーカシングやトラッキングさせることで、第2の光ディスクOD2に記録された情報を読みとることができる。

【0077】

また、図4は、波長400nm程度の青紫色半導体レーザと、開口数NA0.85の仕様である第1の光ディスクOD1である高密度DVDと、第2の光ディスクOD2であるDVDとに対してコンパチブルに情報の記録／再生を行える、本実施の形態にかかる第2の光ピックアップ装置PU2の概略構成図である。

【0078】

第2の光ピックアップ装置PU2は、波長400nm程度の光束を射出する第1の光源としての青紫色半導体レーザLD1と第1の光ディスクOD1の情報記録面RL1からの反射光束を受光する第1の光検出器PD1とが一体化された第1のモジュールMD1、波長650nm程度の光束を出射する第2の光源として

の赤色半導体レーザLD2と第2の光ディスクOD2の情報記録面RL2からの反射光束を受光する第2の光検出器PD2とが一体化された第2のモジュールMD2、偏光ビームスプリッタBS、コリメートレンズCL、絞りST、第2の対物レンズOBJ2、フォーカシング／トラッキング用の2軸アクチュエータAC等から概略構成される。

【0079】

青紫色半導体レーザLD1から射出された波長400nm程度の発散光束は、コリメートレンズCLにより平行光束となった後、偏光ビームスプリッタBSを透過し、絞りSTによりその光束径が規制され、第2の対物レンズOBJ2によって厚さ0.1mmの保護層PL1を介して、第1の光ディスクOD1情報記録面RL1上に形成されるスポットとなる。

【0080】

情報記録面RL1上で情報ピットにより変調された反射光束は、再び第2の対物レンズOBJ2、絞りST、及び偏光ビームスプリッタBSを透過した後、コリメートレンズCLにより収斂光束とされ、第1の光検出器PD1の受光面上に収束する。そして、第1の光検出器PD1の出力信号を用いて、2軸アクチュエータACにより第2の対物レンズOBJ2をフォーカシングやトラッキングさせることで、第1の光ディスクOD1に記録された情報を読みとることができる。

【0081】

また赤色半導体レーザLD2から射出された波長650nm程度の発散光束は、偏光ビームスプリッタBSにより反射された後、絞りSTによりその光束径が規制され、第2の対物レンズOBJ2によって厚さ0.6mmの保護層PL2を介して、第2の光ディスクOD2情報記録面RL2上に形成されるスポットとなる。

【0082】

情報記録面RL2上で情報ピットにより変調された反射光束は、再び第2の対物レンズOBJ2、絞りSTを透過した後、偏光ビームスプリッタBSにより反射され、第2の光検出器PD2の受光面上に収束する。そして、第2の光検出器PD2の出力信号を用いて、2軸アクチュエータACにより第2の対物レンズO

B J 2 をフォーカシングやトラッキングさせることで、第 2 の光ディスク O D 2 に記録された情報を読みとることができる。

【0083】

上述した第 1 の光ピックアップ装置 P U 1、第 2 の光ピックアップ装置 P U 2 において、対物レンズの光源側の光学面上には、拡大図に示すように、光軸方向断面形状が鋸歯状である複数の輪帯からなる回折構造が形成されており、隣接する輪帯を分割する光軸方向の段差のうち、光軸に最も近い段差の段差量 d は、上記の (5) 式、(12) 式、(19) 式、(26) 式、(33) 式、(40) 式のいずれかを満たすように設計されている。これにより、波長 400 nm 付近の青色領域において対物レンズの色収差を補正しても、波長 650 nm 付近の赤色領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となることが無く、更に、青色領域と赤色領域の各々の波長領域において高い回折効率を得られる。また、青紫色半導体レーザ L D 1 からの光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 が 4 以上とされているため、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まる。更に、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【0084】

尚、上述した第 1 の光ピックアップ装置 P U 1、第 2 の光ピックアップ装置 P U 2 においては、対物レンズのレンズ面上に回折構造を形成する構成としたが、回折光学素子としての機能と、光源からの光束を光ディスクの情報記録面上に集光させるための集光レンズとしての機能を分離した構成、すなわち、屈折レンズの光源側に回折光学素子を配置した複合型対物レンズを対物レンズとして使用してもよい。

【0085】

また、図示は省略するが、上述した光ピックアップ装置、光ディスクを回転自在に保持する回転駆動装置、これら各種装置の駆動を制御する制御装置を搭載することで、高密度 D V D である第 1 の光ディスクと、D V D である第 2 の光ディスクとに対してコンパクトに情報の記録／再生が可能な光記録再生装置を得る

ことができる。

【0086】

(実施例)

次に、上述した対物レンズOBJとして好適な実施例を3例提示する。何れの実施例も0.1mm又は0.6mm厚さの保護層を有し青紫色半導体レーザにより情報の記録及び／又は再生を行う高密度DVDと、0.6mmの厚さの保護層を有し赤色半導体レーザにより情報の記録及び／又は再生を行うDVDに兼用される光ピックアップ装置用の対物レンズである。

【0087】

各実施例における非球面は、その面の頂点に接する平面からの変形量をX (mm)、光軸に垂直な方向の高さをh (mm)、曲率半径をr (mm) とするとき、次の数1で表される。ただし、 κ を円錐係数、 A_{2i} を非球面係数とする。

【数1】

$$X = \frac{h^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + \kappa)h^2/r^2}} + \sum_{i=2}^{10} A_{2i} h^{2i}$$

【0088】

また、各実施例における回折構造は、この回折構造により透過波面に付加される光路差で表される。かかる光路差は、光軸に垂直な方向の高さをh (mm)、 B_{2j} を光路差関数係数、nを入射光束の回折光のうち最大の回折効率を有する回折光の回折次数とするとき、次の数2で定義される光路差関数 Φ_b (mm) で表される。

【数 2】

$$\Phi_b = n \times \sum_{j=0}^5 B_{2j} h^{2j}$$

【0089】

また、各実施例のレンズデータ表において、 f_1 は高密度DVD使用時の第1波長 λ_1 における全系の焦点距離、 NA_1 は高密度DVD使用時の第1開口数、 λ_1 は高密度DVD使用時の設計波長である第1波長、 m_1 は高密度DVD使用時の第1結像倍率、 n_1 は第1波長 λ_1 が入射した場合に発生する最大の光量を有する回折光の回折次数、 f_2 はDVD使用時の第2波長 λ_2 における全系の焦点距離、 NA_2 はDVD使用時の第2開口数、 λ_2 はDVD使用時の設計波長である第2波長、 m_2 はDVD使用時の第2結像倍率、 n_2 は第2波長 λ_2 が入射した場合に発生する最大の光量を有する回折光の回折次数、 r (mm) は曲率半径、 d_0 (mm) は物体距離、 d_2 (mm) は作動距離、 d_3 (mm) は光ディスク保護層の厚さ、 N_{λ_1} は第1波長 λ_1 における屈折率、 N_{λ_2} は第2波長 λ_2 における屈折率、 ν_d はd線におけるアッペ数、 λ_B は回折構造の最適化波長を表す。尚、これ以降（表のレンズデータ含む）において、 10 のべき乗数（例えば 2.5×10^{-3} ）を、 E （例えば $2.5 \times E^{-3}$ ）を用いて表すものとする。

【0090】

【実施例1】

図5は、実施例1にかかる対物レンズによる高密度DVD（保護層の厚さ $t_1 = 0.1$ mm）使用時の縦球面収差図、色収差図であり、図6は、DVD使用時の縦球面収差図、色収差図である。図7は、実施例1にかかる対物レンズの回折構造に対する入射光束の波長と5次回折光及び3次回折光の回折効率との関係を示すグラフである。図8は、実施例1にかかる対物レンズと高密度DVDとを示

すレンズ断面図であり、図 9 は、実施例 1 にかかる対物レンズと DVD とを示すレンズ断面図である。実施例 1 の対物レンズは上述の対物レンズ OBJ 2 として好適なプラスチックレンズであり、その具体的なレンズデータは表 1 に示されている。

【表 1】

実施例 1

$f1=1.7546$, $NA1=0.85$, $\lambda 1=405nm$, $m1=0.00$, $n1=5$, $d0=\infty$, $d2=0.3882$,
 $d3=0.10$

$f2=1.8082$, $NA2=0.65$, $\lambda 2=655nm$, $m2=-0.108$, $n2=3$, $d0=17.5028$,
 $d2=0.3058$, $d3=0.60$

近軸値

面番号	r(mm)	d(mm)	$N\lambda 1$	$N\lambda 2$	νd
0	—	d0	—	—	—
1	1.2708	2.4799	1.5601	1.5407	56.5
2	-1.4584	d2	—	—	—
3	∞	d3	1.6195	1.5772	30.0
4	∞	—	—	—	—

非球面係数

	第 1 面	第 2 面
κ	-7.4501E-01	-2.2629E+01
A4	8.7031E-03	2.3107E-01
A6	7.0601E-03	-4.6775E-01
A8	-3.8488E-03	4.6346E-01
A10	3.2572E-03	-3.2179E-01
A12	-4.5294E-04	1.5706E-01
A14	-6.6157E-04	-3.9257E-02
A16	9.5944E-05	0
A18	1.4685E-04	0
A20	-5.0930E-05	0

光路差関数係数

	第 1 面
λB	405nm
B2	-2.8000E-03
B4	-1.0231E-03
B6	2.1605E-04
B8	4.1040E-05
B10	-5.0215E-05

【0091】

本実施例によれば、対物レンズの回折構造より発生する異なる回折次数の回折

光を利用することで、高密度DVD及びDVDの双方に対して色収差補正を適切に行うことができる。又、DVD使用時の光束を有限光束として対物レンズに入射させることで、高密度DVDとDVDとで保護層が異なる場合においても、適切に球面収差補正を行うことができる。更に、図7に示すように、対物レンズの回折構造の最適化波長 λ_B を405nmとすることで、波長 $\lambda_1 = 405\text{ nm}$ の第1光束の5次回折光の回折効率を100%とし、且つ波長 $\lambda_2 = 655\text{ nm}$ の第2光束の3次回折光の回折効率を99.92%と高く確保することができる。かかる場合、光軸に最も近い回折構造の段差量 d は $3.68\text{ }\mu\text{m}$ となり、有効径内の輪帯数は27本、光軸に垂直な方向の輪帯幅の最小値 P_{\min} は $15.8\text{ }\mu\text{m}$ であり、製造が容易な回折構造となっている。

【0092】

[実施例2]

図10は、実施例2にかかる対物レンズによる高密度DVD（保護層の厚さ $t_1 = 0.1\text{ mm}$ ）使用時の縦球面収差図、色収差図であり、図11は、DVD使用時の縦球面収差図、色収差図である。図12は、実施例2にかかる対物レンズの回折構造に対する入射光束の波長と7次回折光及び4次回折光の回折効率との関係を示すグラフである。実施例2の対物レンズは上述の対物レンズOBJ2として好適なプラスチックレンズであり、その具体的なレンズデータは表2に示されている。尚、実施例2にかかる対物レンズは、実施例1にかかる対物レンズと図面上異ならないので、そのレンズ断面図は省略する。

【表 2】

実施例 2

$f1=1.7647$, $NA1=0.85$, $\lambda 1=405\text{nm}$, $m1=0.00$, $n1=7$, $d0=\infty$, $d2=0.3739$,
 $d3=0.10$

$f2=1.8071$, $NA2=0.65$, $\lambda 2=655\text{nm}$, $m2=-0.1142$, $n2=4$, $d0=16.4495$,
 $d2=0.30684$, $d3=0.60$

近軸値

面番号	r(mm)	d(mm)	$N\lambda 1$	$N\lambda 2$	Nd
0	—	$d0$	—	—	—
1	1.2728	2.524	1.5601	1.5407	56.5
2	-1.3674	$d2$	—	—	—
3	∞	$d3$	1.6195	1.5772	30.0
4	∞	—	—	—	—

非球面係数

	第 1 面	第 2 面
κ	-7.3910E-01	-1.9609E+01
A4	4.6975E-03	2.3257E-01
A6	7.7312E-03	-4.7807E-01
A8	-3.4866E-03	4.7578E-01
A10	2.8983E-03	-3.2645E-01
A12	-4.4552E-04	1.5706E-01
A14	-6.1360E-04	-3.9257E-02
A16	8.8129E-05	0
A18	1.3088E-04	0
A20	-4.5585E-05	0

光路差関数係数

	第 1 面
λB	400nm
B2	-1.8000E-03
B4	-9.5173E-04
B6	2.6951E-04
B8	4.9784E-05
B10	-5.1635E-05

【0093】

本実施例によれば、対物レンズの回折構造より発生する異なる回折次数の回折

光を利用することで、高密度DVD及びDVDの双方に対して色収差補正を適切に行うことができる。又、DVD使用時の光束を有限光束として対物レンズに入射させることで、高密度DVDとDVDとで保護層が異なる場合においても、適切に球面収差補正を行うことができる。更に、図12に示すように、対物レンズの回折構造の最適化波長 λ_B を400nmとすることで、波長 $\lambda_1 = 405\text{nm}$ の第1光束の7次回折光の回折効率を96.96%とし、且つ波長 $\lambda_2 = 655\text{nm}$ の第2光束の4次回折光の回折効率を95.31%と高く確保することができる。かかる場合、光軸に最も近い回折構造の段差量 d は5.12 μm となり、有効径内の輪帯数は19本、光軸に垂直な方向の輪帯幅の最小値 P_{min} は21.5 μm であり、製造が容易な回折構造となっている。

【0094】

[実施例3]

図13は、実施例3にかかる対物レンズによる高密度DVD（保護層の厚さ $t_1 = 0.6\text{mm}$ ）使用時の縦球面収差図、色収差図であり、図14は、DVD使用時の縦球面収差図、色収差図である。図15は、実施例3にかかる対物レンズの回折構造に対する入射光束の波長と8次回折光及び5次回折光の回折効率との関係を示すグラフである。図16は、実施例3にかかる対物レンズと高密度DVDとを示すレンズ断面図であり、図17は、実施例3にかかる対物レンズとDVDとを示すレンズ断面図である。実施例3の対物レンズは上述の対物レンズOBJ1として好適なプラスチックレンズであり、その具体的なレンズデータは表3に示されている。

【表 3】

実施例3

$f1=3.0768$, $NA1=0.65$, $\lambda 1=405nm$, $m1=0.00$, $n1=8$, $d2=1.5237$

$f2=3.1755$, $NA2=0.64$, $\lambda 2=655nm$, $m2=0.00$, $n2=5$, $d2=1.6054$

近軸値

面番号	$r(mm)$	$d(mm)$	$N\lambda 1$	$N\lambda 2$	Nd
0	—	∞	—	—	—
1	1.9308	2.0000	1.5247	1.5065	56.5
2	-8.7670	$d2$	—	—	—
3	∞	0.6000	1.5302	1.5144	64.2
4	∞	—	—	—	—

非球面係数

	第 1 面	第 2 面
κ	-7.2960E-01	-2.8868E+01
A4	1.3128E-03	1.4309E-02
A6	3.3407E-04	-4.4757E-03
A8	-7.7996E-05	6.2670E-04
A10	2.2905E-05	-4.2085E-05
A12	-9.1826E-06	0

光路差関数係数

	第 1 面
λB	405nm
B2	-1.0000E-03
B4	-2.4223E-04
B6	-1.2901E-05
B8	2.4634E-06
B10	-1.1812E-06

【0095】

本実施例によれば、対物レンズの回折構造より発生する異なる回折次数の回折光を利用することで、高密度DVD及びDVDの双方に対して色収差補正を適切に行うことができる。更に、図15に示すように、対物レンズの回折構造の最適化波長 λB を405nmとすることで、波長 $\lambda 1=405nm$ の第1光束の8次回折光の回折効率を100%とし、且つ波長 $\lambda 2=655nm$ の第2光束の5次

回折光の回折効率を 84.42% と高く確保することができる。かかる場合、光軸に最も近い回折構造の段差量 d は $6.30\ \mu\text{m}$ となり、有効径内の輪帯数は 23 本、光軸に垂直な方向の輪帯幅の最小値 P_{\min} は $23.3\ \mu\text{m}$ であり、製造が容易な回折構造となっている。

【0096】

【発明の効果】

本発明によれば、十分なスポット光量を確保しつつ、高密度 DVD と従来の DVD 等に対して適切に情報の記録及び再生を行える光ピックアップ装置用の回折光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

回折構造の一例の光軸方向拡大断面図である。

【図 2】

横軸に光軸方向の段差量 d_B 、縦軸に回折構造の回折効率の変化を算出した結果を示す図である。

【図 3】

第 1 の光ピックアップ装置 PU1 の概略構成図である。

【図 4】

第 2 の光ピックアップ装置 PU2 の概略構成図である。

【図 5】

実施例 1 にかかる対物レンズによる高密度 DVD（保護層の厚さ $t_1 = 0.1\ \text{mm}$ ）使用時の縦球面収差図、色収差図である。

【図 6】

実施例 1 にかかる対物レンズによる DVD 使用時の縦球面収差図、色収差図である。

【図 7】

実施例 1 にかかる対物レンズの回折構造に対する入射光束の波長と 5 次回折光及び 3 次回折光の回折効率との関係を示すグラフである。

【図 8】

実施例 1 にかかる対物レンズと高密度 DVD とを示すレンズ断面図である。

【図 9】

実施例 1 にかかる対物レンズと DVD とを示すレンズ断面図である。

【図 10】

実施例 2 にかかる対物レンズによる高密度 DVD (保護層の厚さ $t_1 = 0.1$ mm) 使用時の縦球面収差図、色収差図である。

【図 11】

実施例 2 にかかる対物レンズによる DVD 使用時の縦球面収差図、色収差図である。

【図 12】

実施例 2 にかかる対物レンズの回折構造に対する入射光束の波長と 7 次回折光及び 4 次回折光の回折効率との関係を示すグラフである。

【図 13】

実施例 3 にかかる対物レンズによる高密度 DVD (保護層の厚さ $t_1 = 0.6$ mm) 使用時の縦球面収差図、色収差図である。

【図 14】

実施例 3 にかかる対物レンズによる DVD 使用時の縦球面収差図、色収差図である。

【図 15】

実施例 3 にかかる対物レンズの回折構造に対する入射光束の波長と 8 次回折光及び 5 次回折光の回折効率との関係を示すグラフである。

【図 16】

実施例 3 にかかる対物レンズと高密度 DVD とを示すレンズ断面図である。

【図 17】

実施例 3 にかかる対物レンズと DVD とを示すレンズ断面図である。

【符号の説明】

P U 1 第 1 のピックアップ装置

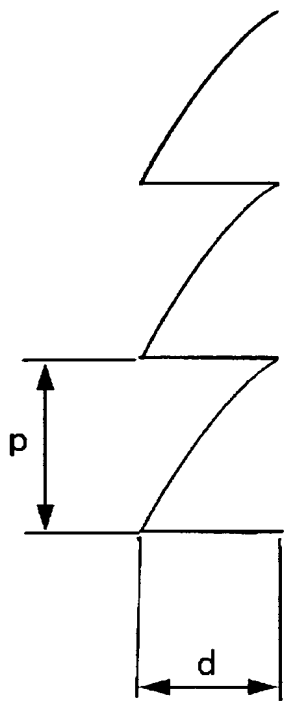
P U 2 第 2 のピックアップ装置

LD 1 第 1 の光源 (青紫色半導体レーザ)
LD 2 第 2 の光源 (赤色半導体レーザ)
PD 1 第 1 の光検出器
PD 2 第 2 の光検出器
MD 1 第 1 のモジュール
MD 2 第 2 のモジュール
BS 偏光ビームスプリッタ
CL コリメートレンズ
ST 絞り
OBJ 1 第 1 の対物レンズ
OBJ 2 第 2 の対物レンズ
AC アクチュエータ
CD 1 第 1 の光ディスク (高密度 DVD)
CD 2 第 2 の光ディスク (DVD)
PL 1, PL 2 保護層
RL 1, RL 2 情報記録面

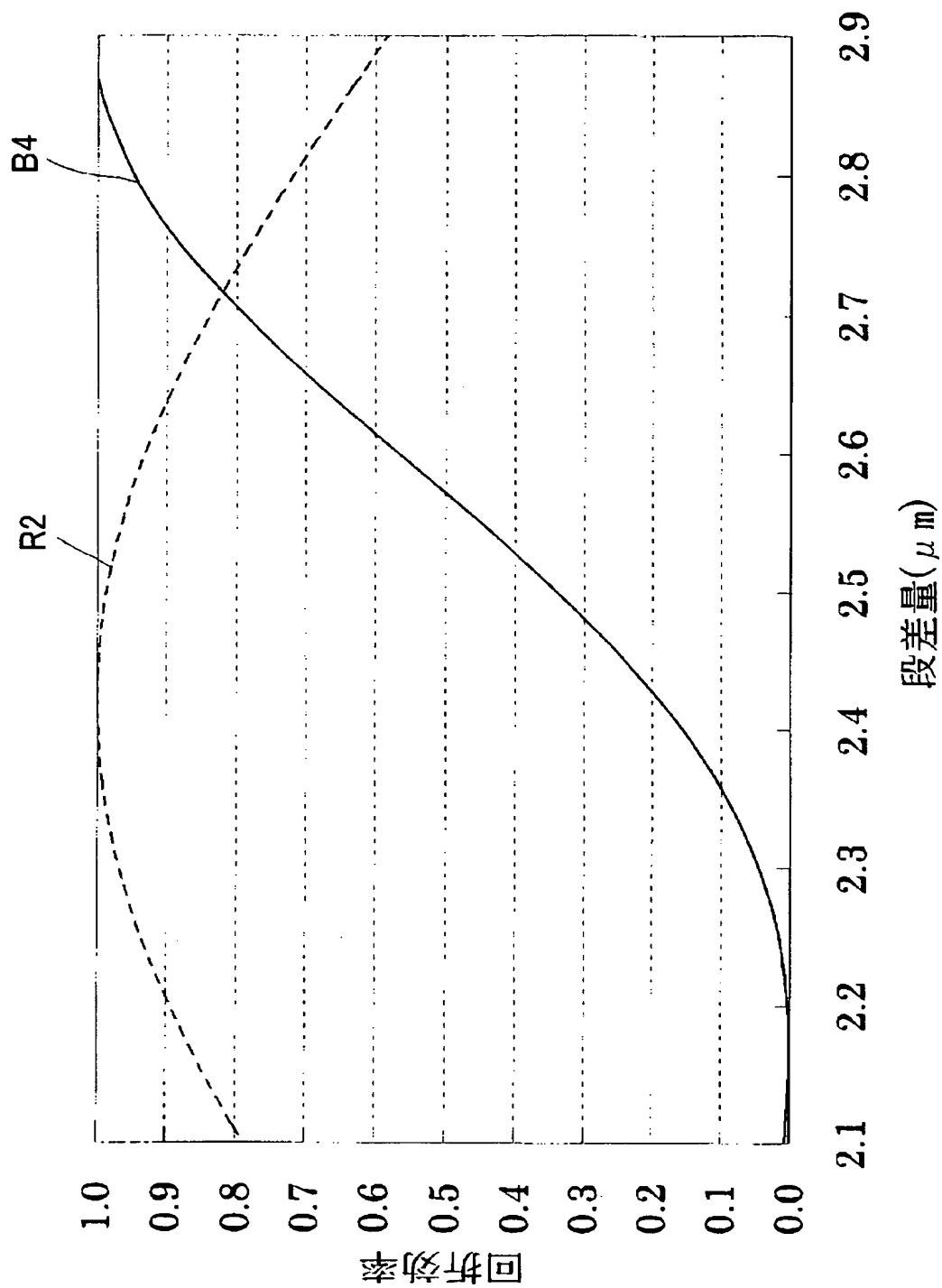
【書類名】

図面

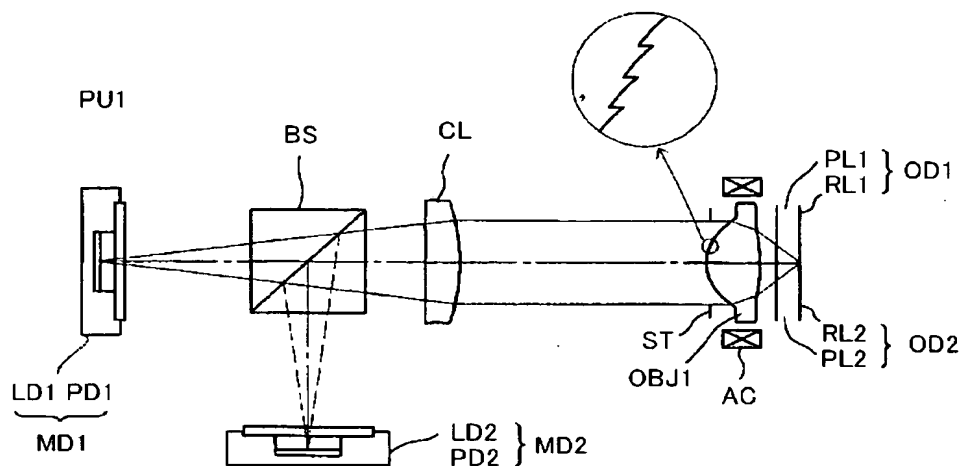
【図 1】



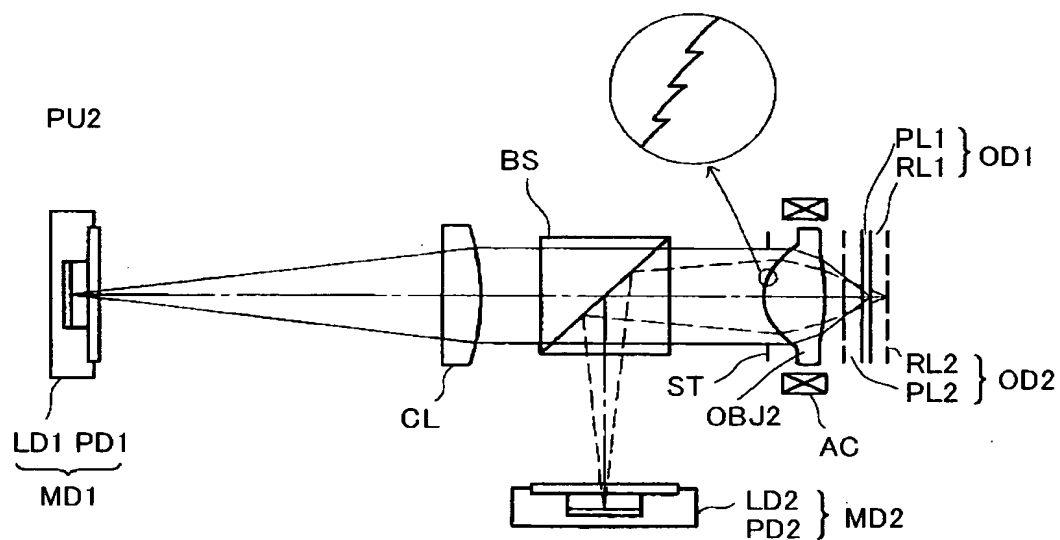
【図 2】



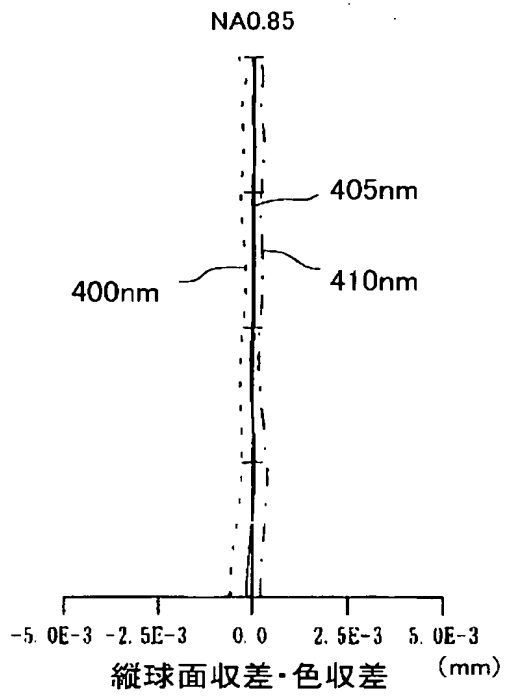
【図 3】



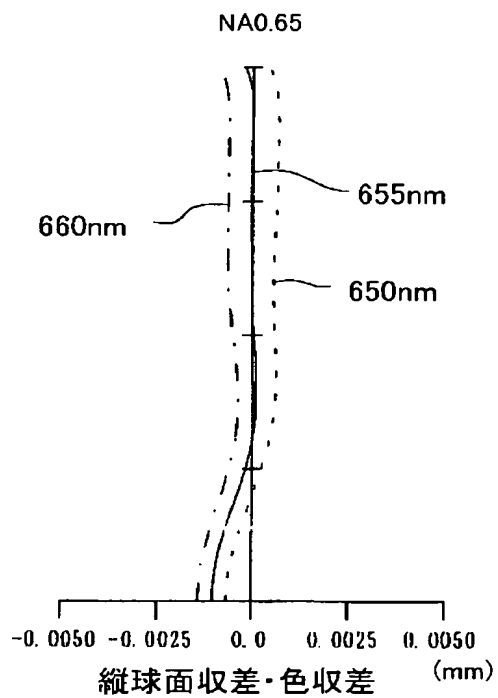
【図 4】



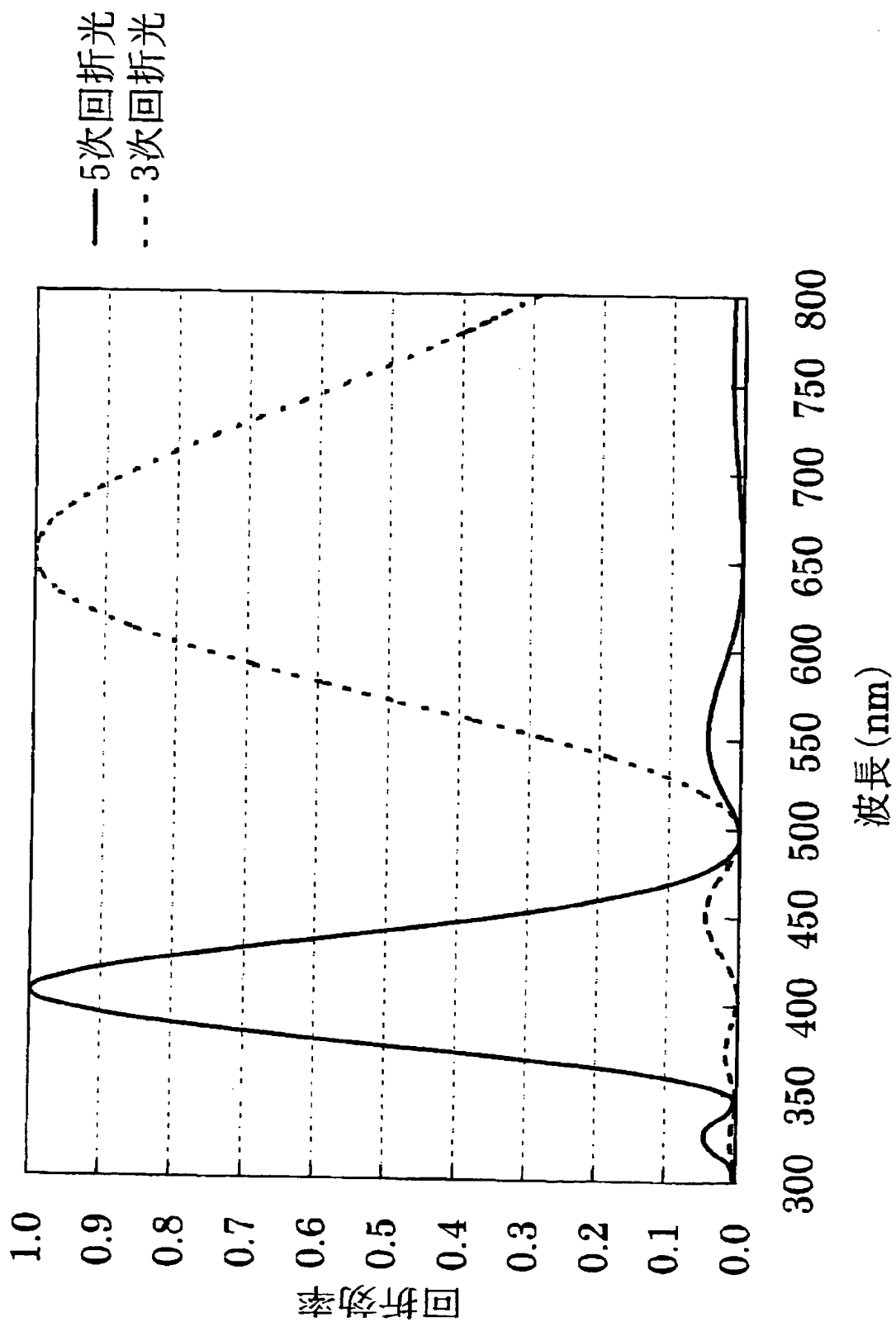
【図 5】



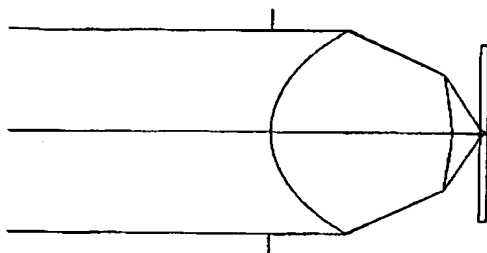
【図 6】



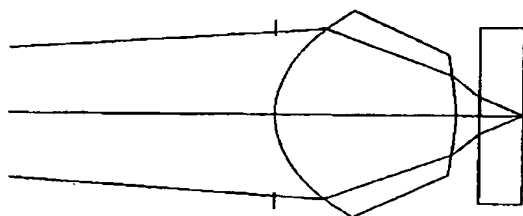
【図 7】



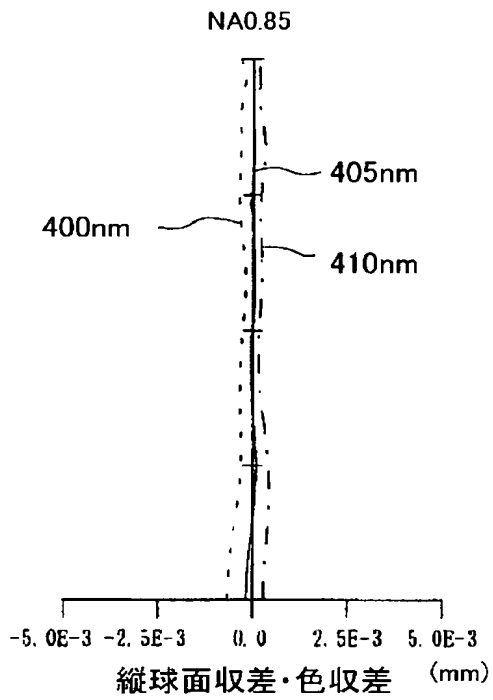
【図 8】



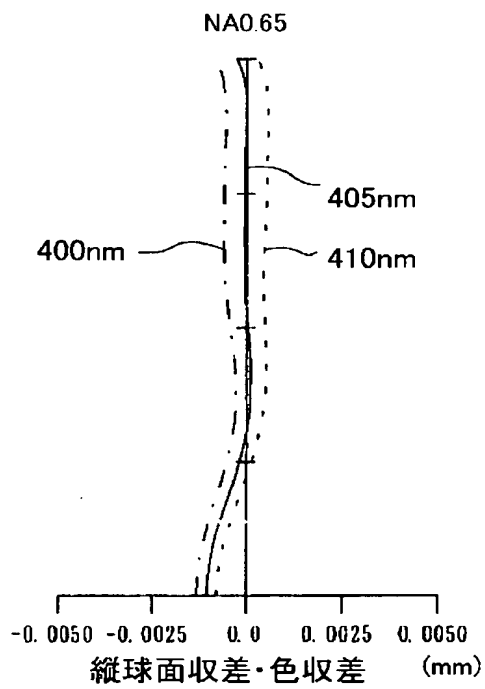
【図 9】



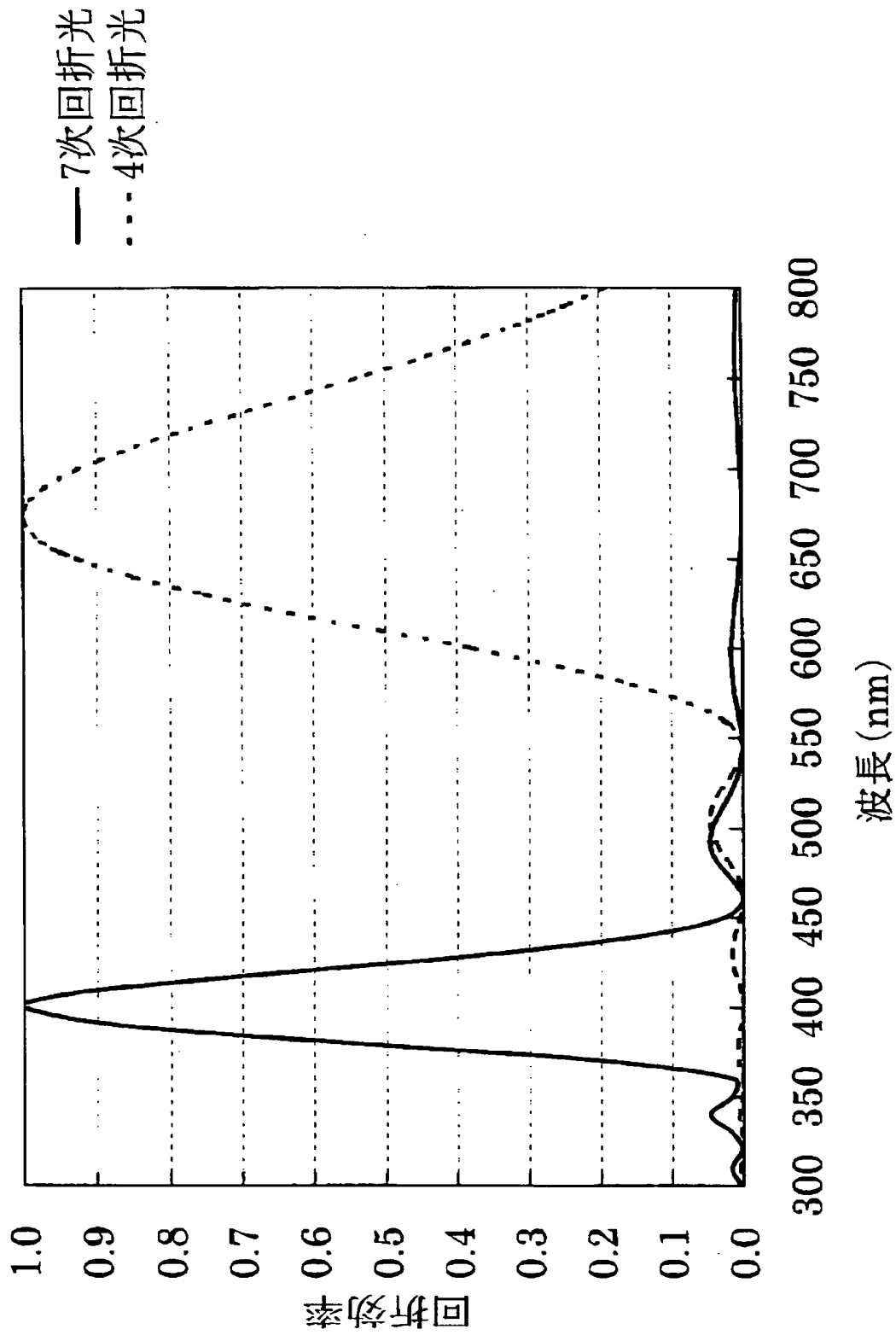
【図 10】



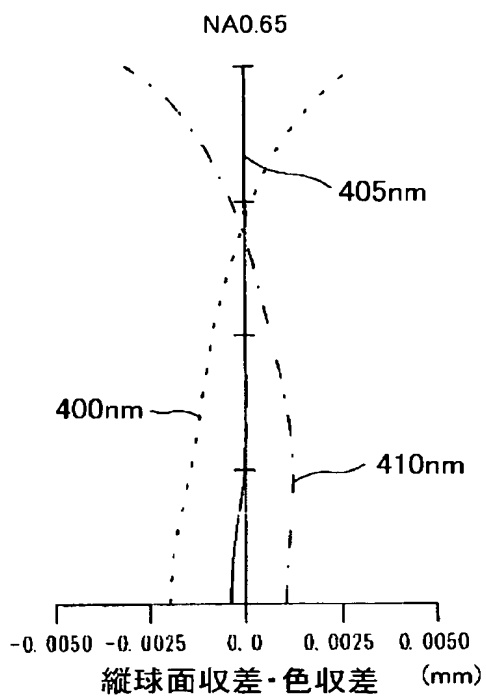
【図 11】



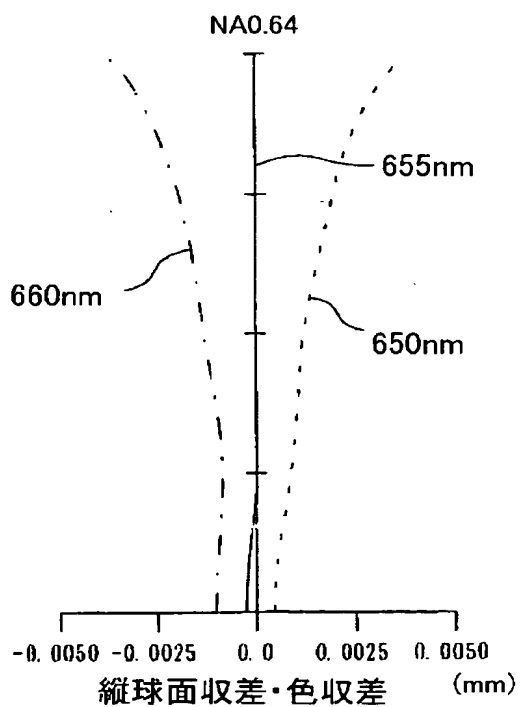
【図 12】



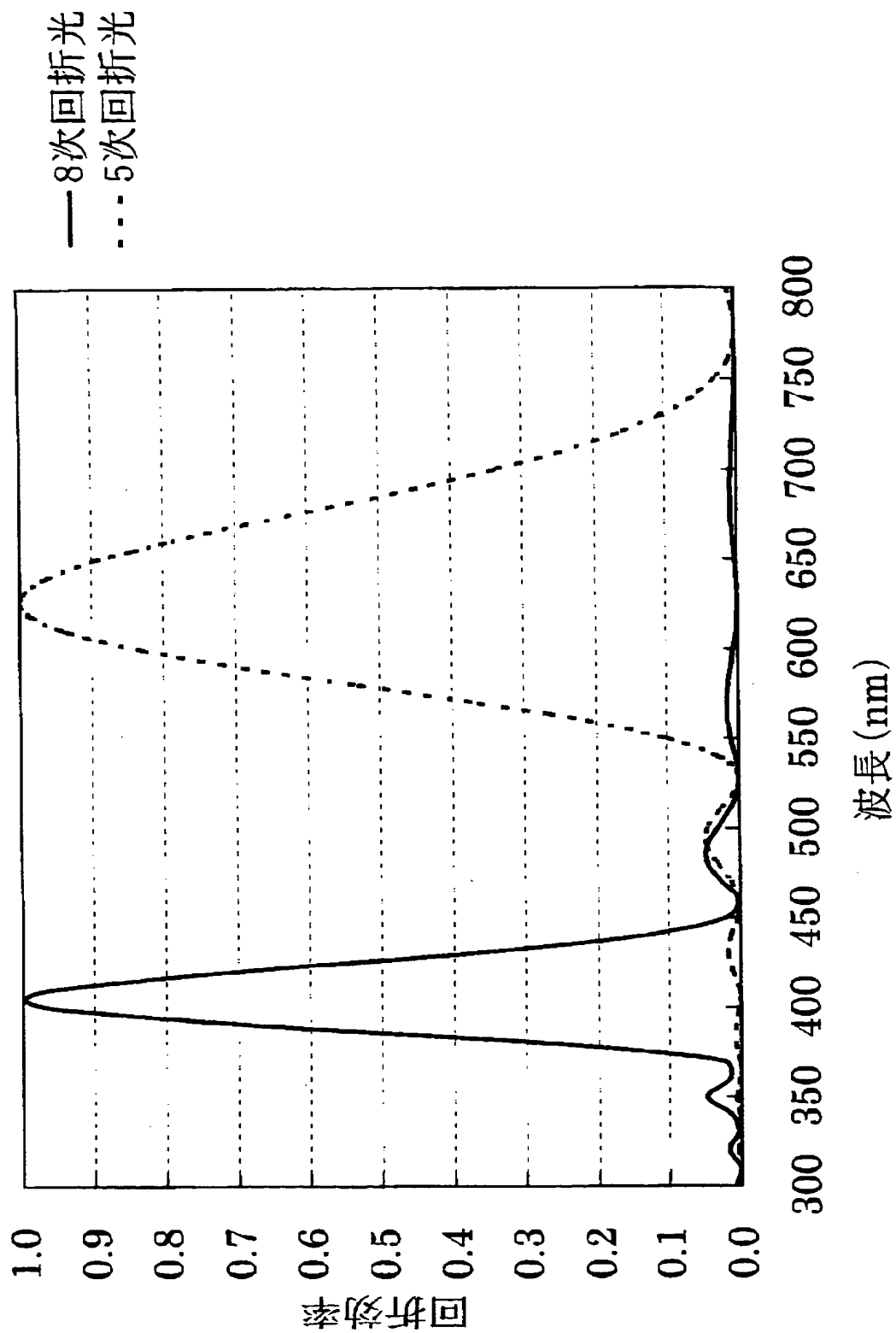
【図 13】



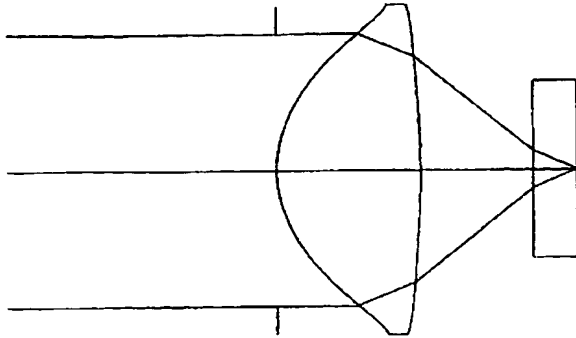
【図 14】



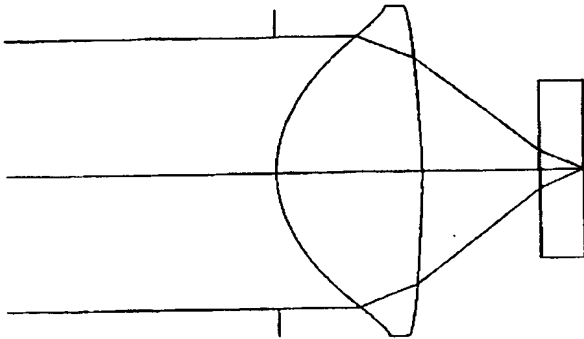
【図 15】



【図 16】



【図 17】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

十分なスポット光量を確保しつつ、高密度DVDと従来のDVD等に対して適切に情報の記録及び再生を行える光ピックアップ装置用の回折光学素子、光ピックアップ装置及び光情報記録再生装置を提供する。

【解決手段】

(3) 式の関係を満たすような波長差の大きい波長 λ_1 と波長 λ_2 とに対して、(5) 式を満たすように光軸に最も近い段差の段差量 d を決定することで、回折光学素子の回折作用により波長 λ_1 付近の波長領域においてかかる回折光学素子と組み合わせて使用する対物レンズの色収差を補正しても、波長 λ_2 付近の波長領域における対物レンズの色収差が過剰な補正となることが無く、更に、波長 λ_1 の第1光束と、波長 λ_2 の第2光束と各々の波長領域において高い回折効率が得られる。また、第1光束が入射した場合に発生する回折光のうち、最大の回折効率を有する回折光の回折次数 n_1 を4とすることで、光軸に垂直な方向の輪帯幅 P が大きくなるので、成形時の回折構造の転写性が高まり、有効径内の輪帯の本数が少なくてすむので、金型加工に要する時間が少なくなり、その結果、回折光学素子の製造コストを削減できる。

【選択図】 図3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 1 1 7 2 0 6
受付番号	5 0 3 0 0 6 6 8 3 0 6
書類名	特許願
担当官	第一担当上席 0 0 9 0
作成日	平成 1 5 年 4 月 2 3 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 4月22日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 1 1 7 2 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [3 0 3 0 0 0 4 0 8]

1. 変更年月日 2 0 0 2 年 1 2 月 2 0 日
[変更理由] 新規登録
住 所 東京都新宿区西新宿 1 丁目 2 6 番 2 号
氏 名 コニカオプト株式会社
2. 変更年月日 2 0 0 3 年 1 0 月 1 日
[変更理由] 名称変更
住所変更
住 所 東京都八王子市石川町 2 9 7 0 番地
氏 名 コニカミノルタオプト株式会社